

ALAN TURING: UN GENIO DESCONOCIDO

Martin BOTTA SAMPIETRO – Yoan E. MORA PEREIRA
mbotta@docente.ceibal.edu.uy – ymora@docente.ceibal.edu.uy
Consejo de Formación en Educación (CFE) – Montevideo, Uruguay

Tema: Historia de la matemática
Modalidad: Comunicación breve (CB)
Nivel educativo: Formación y actualización docente
Palabras clave: Turing, algoritmo, informática, I.A.

Resumen

En esta ponencia se abordará la vida y obra del matemático británico Alan Turing, enfocándonos especialmente en su vida académica y su aporte en la victoria del bando Aliado en la Segunda Guerra Mundial. Es así que se abordarán aspectos vinculados a los algoritmos, a partir del análisis de la Máquina de Turing, y a la inteligencia artificial, con el caso del Test de Turing. Asimismo, a partir de la vida del matemático, se reflexionará en torno a aspectos que humanizan a la matemática y le dan un significado social, como lo es su forma de trabajo y reconocimiento actual.

Introducción

En el año 2014 se estrenó la película “El Código Enigma”, que trata de la vida del matemático británico Alan Turing y, particularmente, de su vinculación con el proyecto para descifrar la señales encriptadas por la máquina alemana Enigma durante la Segunda Guerra Mundial. Esta película se basa en la biografía escrita en 1983 por Andrew Hodges: “Alan Turing: El enigma”, que trae a la luz a un genio no reconocido en su época que con sus aportes permitió el desarrollo de diversas áreas, entre ellas la criptografía y la informática.

Sin embargo, el autor de la biografía se molestó mucho cuando conoció cómo iba a ser la adaptación, porque refiere a muchas inexactitudes que no permiten ver al verdadero genio que hay detrás de esta obra. Por ejemplo, no era arrogante como se plantea en la película, sabía trabajar en grupo, no existió un momento en donde descubre la clave del asunto como por arte de magia, entre otras cosas. Entonces cabe preguntarse, ¿quién fue verdaderamente Alan Turing?

El verdadero Alan: antes de la guerra

Alan Mathison Turing nació el 23 de junio de 1912 en Paddington, Londres, en el seno de una familia inglesa de clase media que se caracterizaba por la autonomía y soledad. Desde joven mostró pasión por la ciencia, además de un nivel de comprensión de las mismas por sobre la media. Sin embargo, no logró destacarse, debido a que su educación apuntaba al estudio de los clásicos y que sus habilidades interpersonales no eran muy buenas. Esto último logró superarlo gracias a la relación de amistad que mantuvo con Christopher Morcom, por quien tuviera un interés amoroso (hecho que asumirá y lo marcará en un época donde la homosexualidad estaba prohibida por ley). Pero a los pocos años, Christopher falleció, dejando a Alan con muchas preguntas en torno a cuestiones metafísicas. Esto llevó a que se volcará definitivamente a su pasión por el entendimiento de la ciencia y que se volviera ateo.

Asistió al “King’s College”, lo que hoy es Cambridge, en donde logró desarrollar muchas ideas y conocer nuevas teorías. Por ejemplo, ‘Los fundamentos lógicos de la mecánica cuántica’ permitió que pasara de su búsqueda intelectual emocional por algo más lógico. Su prestigio en institución fue creciendo, graduándose con honores en 1934 y obteniendo el premio Smith en 1936 por sus aportes en la teoría de la probabilidad.

Ya para 1933 estaba sumido en los trabajos de lógica pura de Russell y Whitehead, pero los aportes de Gödel en cuanto a la incompletitud de la matemática y la pregunta de la decidibilidad abierta (dentro de las propuestas por Hilbert), determinaron el trabajo al que se dedicaría Turing. Esta pregunta que intentó resolver refiere a si existe algún, en principio, algún método o proceso por el cual pudiera decidirse si cualquier afirmación matemática era probable. Para responder dicha pregunta, se necesitaba una definición precisa de método, que fue uno de los grandes aportes de Turing: el trabajo con algoritmos.

“This is what Turing supplied. He analysed what could be achieved by a person performing a methodical process, and seizing on the idea of something done 'mechanically', expressed the analysis in terms of a theoretical machine able to perform certain precisely defined elementary operations on symbols on paper tape. He presented convincing arguments that the scope of such a machine was sufficient to encompass everything that would count as a 'definite method.' Daringly he included an argument

based on the transitions between 'states of mind' of a human being performing a mental process” (Hodges, Alan Turing - A short biography, 1995)

Con esa combinación: instrucciones lógicas, la acción de la mente y una máquina que podía ser materializada físicamente de forma práctica, fue que generó el concepto de Máquina de Turing, y ya con este concepto en la mesa le fue fácil responder la pregunta de Hilbert de forma negativa. Lamentablemente, Alonzo Church se le adelantó. Pero afortunadamente era evidente la diferencia entre los métodos empleados para llegar al mismo resultado y esto le proveyó con el material necesario para desarrollar la lógica ordinal, con la que obtuvo su doctorado.

Máquinas de Turing

Una Máquina de Turing es un modelo matemático que consiste en un autómata capaz de implementar cualquier problema matemático (afirmación que hay que determinar si es cierta o falsa), expresado por medio de un algoritmo (conjunto ordenado de pasos elementales). Un modelo matemático es un conjunto de reglas capaces de generalizar y resolver un problema matemático concreto y cualquier otro de su misma naturaleza. Finalmente un autómata es un dispositivo que lee (implementa) unas instrucciones (algoritmos) y cambia su estado en función de estas.

Pese a ser un concepto teórico, la máquina de turing se puede materializar físicamente mediante un dispositivo que consta de una cabeza lectora y una cinta “infinita” en la que la cabeza puede leer símbolos, borrarlos, escribirlos y moverse a la derecha o a la izquierda. Por supuesto también consta de una función de estado que determinará los cambios de un estado a otro que se deben producir en función de las instrucciones que reciba.

Este aparato es capaz de implementar cualquier problema matemático, con la única condición de que se pueda expresar por medio de un algoritmo. Por tanto, traducimos el problema a una cadena de símbolos que la máquina puede leer y, como también puede escribir y borrar, cuando vayamos de un paso a otro del algoritmo, podrá recordar el paso en el que se encuentra en cada momento para así poder dar el siguiente en la dirección correcta.

Aquí es donde encontramos el parecido entre la máquina de turing y nuestras

computadoras de hoy. En una computadora, tenemos un dispositivo de lectura y borrado que interpreta los datos grabados en un soporte (hardware) sobre el que puede además borrar, escribir y moverse. Además, este dispositivo dispone de un código (software) que, según sean las instrucciones de entrada, proporciona una salida determinada en forma de imagen en una pantalla, cálculo matemático, sonido, etc. Por tanto, podemos identificar el hardware de un computador con la cabeza lectora y la cinta, mientras que el software serían las instrucciones de la cinta y la función de estado de la Máquina de Turing.

El verdadero Alan: durante la guerra.

En 1938 comenzó la Segunda Guerra Mundial, que incluyó la participación activa de Gran Bretaña y Alemania enfrentadas. Turing formó parte activa en el Departamento Británico de Criptología de forma encubierta y totalmente secreta. Hasta el momento en el que Turing se incorpora al departamento, ningún avance se había podido realizar hasta el momento en descifrar la nueva versión de la máquina encriptadora alemana Enigma, mediante la que se encriptaban los mensajes enviados, los cuales se enviaban libremente por frecuencias que fácilmente podían ser interceptadas pero solo entendidas por quienes poseyeran la clave de encriptación que estaba usando la máquina Enigma en ese momento. Esta tarea era ardua, especialmente porque la máquina posee 150 millones de millones de millones de formas distintas de configurarla.

El trabajo de Turing consistió en perfeccionar “La Bomba”, máquina ideada por un grupo de matemáticos polacos liderados por Marian Rejewski, que permitía descryptar los mensajes captados por radio. Al momento, hasta 1939 fueron capaces de decodificar algunos mensajes, pero la inteligencia alemana ordenó trabajar con un código más elaborado. Para ese momento, este equipo ya había logrado desentrañar claves para la decodificación de mensajes, como las horas en las que se transmitían el estado del tiempo y la expresión “Heil Hitler”. Es por ello que esta máquina, si bien fue funcional, no cumplía con las nuevas exigencias. Así, la nueva “Bomba” perfeccionada por los británicos permitió determinar la posición más probable de los rotores de la máquina Enigma, cuya posición determinaba el modo de encriptación, ofreciendo así una cantidad importante de posibilidades para cada palabra. Turing aportó la brillante

mecanización de deducciones lógicas sutiles, cosa que no había sido perfeccionado al momento. Asimismo, Turing permitió entender el funcionamiento de la máquina Enigma, lo cual fue necesario debido a que en varias ocasiones los británicos se vieron ante variaciones en la forma de creación del código, por cambios en la forma de trabajo de Enigma. Esto se vio principalmente desde la primavera de 1940 en el frente continental (descifrando máquinas Enigma que poseían cinco rotores), hasta febrero de 1941 en el frente atlántico (descifrando máquinas Enigma superiores, que poseían ocho rotores) y entre febrero de 1942 y diciembre de 1942 en el frente atlántico nuevamente (debido a que se perfeccionó las máquinas Enigma que se usaban en dicho frente, pasando a emplear de tres a cuatro rotores por comunicación).

La inteligencia británica denominó ‘Ultra’ al sistema que proveía de información a partir de transmisiones descriptadas. Según los historiadores, contar con la información de ‘Ultra’ permitió adelantar la rendición de Alemania en alrededor de dos años, salvando alrededor de 14 millones de vidas humanas. Asimismo, esta información fue fundamental para determinar el éxito del famoso Día D, el primer gran suceso de los aliados para determinar el comienzo del fin de la guerra. Y también se volvió fundamental para el frente Atlántico ya que los suministros que proveían los norteamericanos debían cruzar este océano. El hundimiento de navíos con suministros para las islas británicas disminuyó drásticamente desde el momento en que se contó con esta nueva y determinante fuente de información.

Sin embargo, no fue de público conocimiento el hecho de que se había logrado descifrar el código Enigma debido a razones de seguridad nacional, por lo que no se reconoció el trabajo realizado por el equipo que trabajó en Bletchley Park. Con respecto a esto, vale destacar que Turing logró esto encabezando el el Hut 8 (Barracón 8), conformado por Michael Ashcroft, Joanne Clark, Harry Golombek, I.J. Good, Rosalind Hudson, Conel Hugh O'Donel Alexander, entre otros.

La investigación matemática actual.

A diferencia de lo que se muestra en la película, los relatos y los documentos de la época muestran que la personalidad de Turing era un hombre delicado, extremadamente tímido y aquejado de un leve tartamudeo que se le escapaba durante momentos de

tensión. Es decir, que la personalidad que se le atribuye en la película no condice con la verdadera. Asimismo, la genialidad de su obra no indica problemas de relacionamiento, sino que, al contrario, se lo caracteriza como una persona bien dispuesta al trabajo en equipo. Esto también señalado así por sus compañeros.

Ésta particularidad también lo muestra como adelantado a su época, en la actualidad la forma en la que se desarrolla la investigación es mediante la colaboración. Basta pensar en la gran cantidad de trabajos en coautoría que se producen para la obtención de grado y posgrados, o mirar las páginas oficiales de instituciones educativas con institutos de matemáticas para dar cuenta de esto, o simplemente remitirse a los grandes avances que se dieron, por ejemplo, en la Teoría de las Probabilidades, gracias al intercambio epistolar llevado a cabo entre Pascal y Fermat. La investigación científica hoy en día se produce en comunidades científicas, en donde equipos colaboran entre sí para lograr intercambiar ideas y llevar a cabo las investigaciones propuestas. A pesar de que la matemática es una disciplina en la que, por lo general, el trabajo se realiza de forma solitaria, no se está quedando fuera de esto. El trabajo realizado por el equipo de criptoanálisis liderado por Turing es una muestra de ello. Ya no solo tenemos a grandes referentes, como Euclides o Euler, sino que ahora contamos con grandes referentes que cuentan con un equipo que los respalda, como es el caso de Turing.

Aprender juntos.

Volcando esto al campo pedagógico, se observa que va de la mano de pedagogías más constructivistas, en la medida de que plantean el conocimiento como un descubrimiento (un ejemplo es Piaget), mezcladas con pedagogías sociales, que plantean el aprendizaje en grupos (un ejemplo es Vigotsky). Así, vemos que estos planteos pueden unificarse mediante la propuesta de trabajo en equipos con cierto objetivo. Es por eso que pueden llevarse planteos a la clase que impliquen trabajo en grupo en torno a conocimientos nuevos para los estudiantes y considerar que eso conlleva un verdadero quehacer matemático.

El verdadero Alan: después de la guerra.

Se puede decir que la vida de Turing después de la guerra se volvió cuesta arriba, debido a que el proyecto del que fue parte absorbió todos sus esfuerzos y, así, otros ocuparon lugares importantes que resultaban de interés para él. Por esto debió renovarse y comenzar a investigar en nuevos campos del conocimiento, pero siempre relacionados con su motivación original: la inteligencia artificial. Es así que primero trabajó como director suplente del Laboratorio de Computación de Manchester, pero este puesto no le permitía tener control sobre el proyecto. Es en este momento que comienza un periodo de búsqueda, en donde escribe ‘Computing Machinery and Intelligence’, una obra relevante para el desarrollo de la inteligencia artificial, en donde se trabaja con el Test de Turing:

Inicia con las palabras: “Propongo que se considere la siguiente pregunta, ‘¿Pueden pensar las máquinas?’”. Como es difícil definir la palabra “pensar”, Turing decide “reemplazar la pregunta con otra que está estrechamente relacionada y en palabras no ambiguas.”, la nueva pregunta de Turing es: “¿Existirán computadoras digitales imaginables que tengan un buen desempeño en el juego de imitación?” . Turing creía que esta pregunta sí era posible de responder y en lo que resta de su ensayo se dedica a argumentar en contra de las objeciones principales a la idea de que “las máquinas pueden pensar” (Fundación Wikimedia Inc., 2015).

Toda esa búsqueda decanta en retomar uno de los campos que se le había acercado desde la infancia debido a un libro infantil: la morfogénesis. Se enfocó especialmente en cómo el cerebro construye nuevas conexiones. Es así que en su último gran trabajo ‘The Chemical Basis of Morphogenesis’, modeló reacciones químicas hipotéticas y por la repetitiva simulación numérica requerida para probar sus ideas, se convirtió en el primer usuario de una computadora electrónica para investigación matemática.

Inteligencia Artificial y Test de Turing.

Turing fue uno de los pioneros acerca de la Inteligencia Artificial. La pregunta inicial de su trabajo ‘Computing Machinery and Intelligence’ marca la filosofía que proseguirá en este campo de estudio. Pero esta forma de pensar no refiere a la manera en que lo hacen los humanos, sino pensar ‘como un máquina’. Así es que comenzó investigando si una máquina sería capaz de producir respuestas como si fuera un humano, si sería capaz de

imitar la inteligencia humana. Es así que plantea el Test de Turing que un juez humano interroga a dos participantes, uno humano y otro máquina. Así, el juez haría preguntas de forma libre durante cinco minutos y ambos participantes deben responderlas, en forma escrita. La máquina debe ser capaz de convencer al juez que es humano al menos durante el 70 % de las veces.

El verdadero Turing: últimos años.

Si bien Turing había admitido su homosexualidad durante la época de guerra fue en el año 1952 en que ese hecho comenzó a crearle problemas. Su casa fue robada por una persona con la cual mantenía una relación amorosa; esto fue declarado por él al efectuar la denuncia. En ese entonces la homosexualidad era ilegal en Inglaterra por lo que fue condenado por “grave indecencia”. Debido a que su enorme contribución al triunfo aliado en la guerra era en ese entonces secreto militar no recibió respaldo de ningún tipo y debió someterse a la condena. Esta podía ser la reclusión o la castración química; optó por la última.

Fue sometido a un fuerte tratamiento hormonal que le ocasionó varias crisis depresivas. Unido a esto se encontró fuera de la unidad de criptoanálisis de la inteligencia inglesa en la que estaba trabajando ya que había sido condenado por un crimen. También su actividad y la de su círculo cercano fue objeto de la vigilancia policial.

No está claro cuál fue el motivo determinante ni las circunstancias precisas de su muerte pero el hecho es que su cuerpo sin vida fue encontrado en su cama el 8 de junio de 1954. La causa de muerte fue envenenamiento, se dice que producido por comer una manzana impregnada en cianuro. Esta versión complementa la que hace del logo de la marca apple un homenaje de Steve Jobs al padre de la computación Alan Turing.

No fue hasta 1974 que F. W. Winterbotham publicará su libro ‘Ultra secret’ que se volvieran públicos aspectos hasta la fecha desconocidos sobre Turing. Esto decantó en la publicación de ‘Alan Turing: the enigma’ de Andrew Hodges en 1983, biografía del matemático que se popularizó y logró hacer conocer sus aportes. Así fue como en el año 2013 obtuvo un indulto real, siendo reconocidos sus aportes como fundamentales para Gran Bretaña.

“Su vida se vio ensombrecida luego por su condena por homosexualidad, una sentencia que ahora se consideraría injusta y discriminatoria”, señaló David Cameron, primer ministro británico (La República Perú, 2013).

La cara humana de la matemática.

Para demostrar que Turing cometió suicidio, la policía se basó en dos cartas dirigidas a su amigo Norman Routledge. Si bien las mismas refieren a su situación de total confusión y desesperación, hay un pasaje que dice:

I'm rather afraid that the following syllogism may be used by some in the future

Turing believes machines think

Turing lies with men

Therefore, machines do not think (Hodges, Alan Turing: The Enigma, 2014)

Ese falso silogismo muestra la preocupación del mismo Turing porque su persona pública afectara las ideas que tanto le había costado desarrollar y dar a conocer. Como lo describiera Khun, nos encontramos en un estado de la ciencia, incluida la matemática, en donde los hallazgos que un científico realiza dependen del reconocimiento que le otorgue la comunidad científica. En caso de que no hubiera salido a la luz la operación Ultra, ¿serían los aportes de Turing de gran relevancia y se lo vería como el precursor de la ciencia computacional? Es así que vemos cómo la historia de los conocimientos impacta a los mismos conocimientos y cómo conocerla nos permite entender las genialidades de sus investigadores.

Reflexión final.

Sin duda estamos ante la obra de un genio. Sus inventos y contribuciones en general abrieron el camino a una nueva era en la civilización, la era digital. Casi ningún aspecto de nuestra vida se entiende hoy sin el concurso de las computadoras; nos ha facilitado la vida y posibilitó logros antes únicamente soñados: viajes espaciales, telecomunicaciones, tratamiento masivo de información, etc. Logró combinar de manera brillante la Matemática más pura con técnicas de electrónica, en muchas ocasiones era encargado de realizar el cableado de las máquinas.

La nota triste la ponen la comprobación, una vez más, de que es en época de guerra que el ingenio del Hombre logra sus mayores logros y de que juzgar a las personas por sus elecciones en materia personal muchas veces lleva a cometer graves injusticias.

Referencias bibliográficas

- Alphabet Inc. (2013 de julio de 23). *Alan Turing's 100th birthday*. Recuperado el 01 de setiembre de 2015, de Google: <http://www.google.com/doodles/alan-turings-100th-birthday>
- Bastero, J. (1999). La investigación matemática. *Revista Matemática Iberoamericana*, 455-457.
- BBC Mundo. (13 de abril de 2015). *El manuscrito secreto de Alan Turing, el descifrador del Código Enigma*. Recuperado el 28 de setiembre de 2015, de BBC: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/04/150413_turing_manuscrito_am
- Bejerano, P. (06 de febrero de 2014). *Código Enigma, descifrado: el papel de Turing en la Segunda Guerra Mundial*. Recuperado el 30 de setiembre de 2015, de Eldiario.es: http://www.eldiario.es/turing/criptografia/alan-turing-enigma-codigo_0_226078042.html
- Ceano, R. (20 de abril de 2012). *La máquina Enigma*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Kriptopolis: <http://www.kriptopolis.com/enigma>
- Dockterman, E. (28 de noviembre de 2014). *The true story of The Imitating Game*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Time.com: <http://time.com/3609585/the-true-story-of-the-imitation-game/>
- Domínguez, N. (31 de julio de 2014). *Alan Turing también descifró el código oculto de cómo se forma el cuerpo*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Esmateria.com: <http://esmateria.com/2014/07/31/alan-turing-tambien-descifro-el-codigo-oculto-de-como-se-forma-el-cuerpo-humano/>
- Exordio. (09 de abril de 2012). *Máquina encriptadora Enigma*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Exordio.com: <http://www.exordio.com/1939-1945/militaris/espionaje/enigma.html>
- Foundation Wikimedia Inc. (01 de mayo de 2012). *Ordinal logic*. Recuperado el 20 de octubre de 2015, de Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Ordinal_logic
- Foundation Wikimedia Inc. (19 de marzo de 2015). *Hut 8*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Hut_8
- Fundación Wikimedia Inc. (30 de setiembre de 2015). *Alan Turing*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing
- Fundación Wikimedia Inc. (30 de setiembre de 2015). *Enigma (máquina)*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Enigma_\(m%C3%A1quina\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Enigma_(m%C3%A1quina))
- Fundación Wikimedia Inc. (14 de octubre de 2015). *Test de Turing*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Test_de_Turing
- Fundación Wikimedia Inc. (18 de octubre de 2015). *Ultra*. Recuperado el 20 de octubre de 2015, de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra>
- Hodges, A. (1995). *Alan Turing - A short biography*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Turing.org.uk: <http://www.turing.org.uk/publications/dnb.html>
- Hodges, A. (2002). *Alan Turing and the Turing test*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Turing.org.uk: <http://www.turing.org.uk/publications/testbook.html>
- Hodges, A. (2014). *Alan Turing: The Enigma*. USA: Princeton University Press.

- La República Perú. (24 de diciembre de 2013). *La reina Isabel II le concedió el perdón real a Alan Turing*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de La República Perú: <http://larepublica.pe/24-12-2013/la-reina-isabel-ii-le-concedio-el-perdon-real-a-alan-turing>
- Peirano, M. (20 de enero de 2015). *6 errores sobre Alan Turing en la película "The imitation game"*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Revistacloudcomputing.com: <http://www.revistacloudcomputing.com/2015/01/6-errores-sobre-alan-turing-en-la-pelicula-the-imitation-game/>
- Peña, R. (09 de enero de 2012). *La vida y obra de Alan Turing*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de mat.ucm.es: http://www.mat.ucm.es/shm/wp-content/uploads/2013/06/TuringRP_SHMat-Ene13.pdf
- The Guardian. (20 de agosto de 2015). *Nuevas cartas revelan la lucha de Alan Turing con su sexualidad*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de El País España: http://elpais.com/elpais/2015/08/25/ciencia/1440514825_762019.html
- Tyldum, M. (2014). *Descifrando Enigma* [Película].
- Williams, A. (23 de junio de 2013). *Film about WW2 codebreaker Alan Turing is attacked by biographer for exaggerating love affair with woman because he was gay and says Keira Knightley is 'too glamorous'*. Recuperado el 01 de octubre de 2015, de Dailymail.co.uk: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2346828/Film-WW2-codebreaker-Alan-Turing-attacked-biographer-exaggerating-love-affair-woman-gay-says-Keira-Knightley-glamorous.html>